## Лабораторная работа №2

Тема: Определение однородности данных. Метод отклонений.

**Цель работы:** получить навыки определения однородности данных путем разбиения исходного набора на однородные изоморфические подмножества.

## Методические указания к выполнению работы

Пускай в результате измерений получена совокупность значений  $x_{ij}$ ,  $i = \overline{1,N}$ ,  $j = \overline{1,n}$ , N - количество объектов, n - количество измеряемых признаков.

Введем обозначения:

Признак  $X_i$  называется стимулятором, если выполняется условие

$$X_{ij} \ge X_{ki} \Longrightarrow W_i \succ W_k \,, \tag{2.1}$$

т.е. условие (2.1) подразумевает, что объект  $w_i$  доминирует над объектом  $w_k$ .

Признак  $X_i$  называется дестимулятором, если выполняется условие

$$x_{ii} \ge x_{ki} \Longrightarrow w_i \prec w_k \,, \tag{2.2}$$

т. е. условие (2.2) подразумевает, что объект  $w_k$  доминирует над объектом  $w_i$ .

Признак  $X_i$  называется номинатором, если выполняется условие

$$x_{pj} \ge x_{ij} \ge x_{kj} \Longrightarrow w_i \succ w_k, x_{ij} \ge x_{kj} \ge x_{pj} \Longrightarrow w_i \prec w_k,$$

$$(2.3)$$

т. е. к некоторому значению  $x_{pj}$  признак ведет себя как стимулятор, а потом – как дестимулятор (или наоборот). Подобное разделение признаков позволяет учесть их "экономическое" содержание.

Рассмотренный метод отклонений позволяет определить форму следа распределения многомерного признака. Разбиение исходного множества на однородные в содержании изоморфического подмножества позволяет осуществить метод диаграмм Чекановского.

Для использования метода необходимо:

- 1. Превратить дестимуляторы в стимуляторы. Это необходимо для получения позитивной корреляционной зависимости между признаками. Превращение осуществляется заменой знаков значений признаков на противоположные:  $x_{ii} = -x_{ii}$ .
- 2. Определить координаты нижнего полюса  $P(y_{01}, y_{02}, ..., y_{0n})$  и верхнего полюса  $Q(y_{01}', y_{02}', ..., y_{0n}')$  по формуле:

Моделирование систем, ОНАС им. О.С. Попова, 2019 г.

$$y_{01} = \min_{i} \{x_{ij}\},\$$

$$y'_{01} = \max_{i} \{x_{ij}\}.$$
(2.4)

3. Перенести начало координат в нижний полюс. Этот шаг осуществляется превращением значений признаков по формуле:

$$u_{ii} = x_{ii} - y_{0i}. (2.5)$$

4. Записать уравнение линии, проходящей через оба полюса (линии совокупности), и которая имеет вид:

$$y_i = y'_{0i}t. (2.6)$$

5. Записать координаты проекций точек-наблюдений  $P_i(u_{i1}, u_{i2}, ..., u_{in})$  на ось совокупности, которые определяются по формулам:

$$y_{sj} = y'_{0j}t_{s}$$

$$t_{s} = \frac{\sum_{j=1}^{n} y'_{0j}u_{sj}}{\sum_{j=1}^{n} (y'_{0j})^{2}}.$$
(2.7)

6. Определить значение показателей W и M по формулам:

$$m_{s}^{*} = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} y_{ij}^{2}}, \quad w_{s}^{*} = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (u_{sj} - y_{sj})^{2}},$$

$$m_{s} = \frac{m_{s}^{*}}{\max_{s} \{m_{s}^{*}\}}, \quad w_{s} = \frac{w_{s}^{*}}{\max_{s} \{w_{s}^{*}\}}.$$
(2.8)

- 7. Построить в плоскости MOW диаграмму рассеивания признаков. По ее виду определить след распределения признаков.
- 8. По значениям преобразованных признаков  $u_{ij}$  получить матрицу изоморфических расстояний D по формуле:

$$d_{ik} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left( u_{ij} - u_{kj} \right)^2} . {(2.9)}$$

9. По матрице расстояний построить диаграмму Чекановского. Для этого следует прибавить к матрице расстояний столбец и строку с номерами признаков, а каждому из значений расстояний поставить в соответствие графический символ. Классу с меньшими

Моделирование систем, ОНАС им. О.С. Попова, 2019 г.

числовыми значениями присвоить знак X, а классу с большими значениями — знак Y. Как критическое расстояние взять значение  $d_{vp} = 0,5$ .

- 10. Упорядочить диаграмму путем перестановки строк и столбцов диаграммы. При этом знаки X по возможности необходимо сосредоточить вдоль главной диагонали.
  - 11. По диаграмме определить однородные подмножества объектов.

## Задание для самостоятельного выполнения

В результате проведения эксперимента по изучению 2-х свойств было обследовано N объектов. Результаты измерений свойств представлены в таблице 2.1. Необходимо провести превращение полученной совокупности данных по методу отклонений. Как результат представить:

- 1) расчеты по формулам (2.4)-(2.9) (координаты полюсов, преобразованные значения признаков и так далее);
  - 2) координаты точек в системах координат  $X_1OX_2$ ,  $U_1OU_2$ и MOW;
  - 3) совокупность однородных подмножеств;
  - 4) выводы.

Исходные даны для каждого варианта записаны в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3		Вариант 4		Вариант 5		Вариант 6	
$X_1$	$X_2$	$X_1$	$X_2$	$X_1$	$X_2$	$X_1$	$X_2$	$X_1$	$X_2$	$X_1$	$X_2$
1,2	3,6	1,2	1,8	1,2	2,9	4,1	5,9	4,5	4,2	2,1	1,8
1,5	2,8	1,5	1,9	1,5	3,2	4,3	5,8	4,4	4,6	2,4	1,8
1,6	3,4	1,6	2	1,6	3,5	4,6	5,8	4,2	4,8	2,5	1,9
1,8	3,6	1,8	2,2	1,8	3,7	4,7	5,7	4	5,1	2,7	2
2,1	4,1	2,1	2,6	2,1	3,9	4,8	4,9	3,7	5,2	2,8	2,2
2,2	2,9	2,2	2,5	2,2	4,1	4,9	5,2	3,5	5,4	3,1	2,6
2,3	3,5	2,3	2,8	2,3	4,2	5,2	5	3,3	5,8	3,6	2,5
2,6	3,8	2,6	2,9	2,6	4,5	5,5	4,8	3,3	5,7	3,8	2,8
2,7	4,1	2,7	2,7	2,7	4,8	5,6	4,8	3,2	6,1	4,1	2,9
2,9	4,2	2,9	3,2	2,9	4,9	5,8	4,7	3,1	6,4	4,2	3
Вари	ариант 7 Вариант 8		Вари	ант 9	Вариант 10		Вариант 11		Вариант 12		
$X_1$	$X_2$	$X_1$	$X_2$	$X_1$	$X_2$	$X_1$	$X_2$	$X_1$	$X_2$	$X_1$	$X_2$
1,2	3,6	1,2	1,8	1,2	2,9	4,1	5,9	4,8	4,2	2,1	1,8
1,5	2,8	1,5	1,9	1,5	3,2	4,3	5,8	4,7	4,6	2,4	1,8
1,6	3,4	1,6	2	1,6	3,5	4,6	5,8	4,5	4,8	2,5	1,9
1,8	3,6	1,8	2,2	1,8	3,7	4,7	5,7	4,3	5,1	2,7	2
2,1	4,1	2,1	2,6	2,1	3,9	4,8	4,9	4,2	5,2	2,8	2,2

2,2	2,9	2,2	2,5	2,2	4,1	4,9	5,2	4,2	5,4	3,1	2,6
2,3	3,5	2,3	2,8	2,3	4,2	5,2	5	3,9	5,8	3,6	2,5
2,6	3,8	2,6	2,9	2,6	4,5	5,5	4,8	3,6	5,7	3,8	2,8
2,7	4,1	2,7	2,7	2,7	4,8	5,6	4,8	3,2	6,1	4,1	2,9
2,9	4,2	2,9	3,2	2,9	4,9	5,8	4,7	3	6,4	4,2	3
Вариант 13		Вариа	ант 14	Вариа	ант 15	Вариа	ант 16	Вариа	ант 17	Вариа	ант 18
$X_1$	$X_2$	$X_1$	$X_2$	$X_1$	$X_2$	$X_1$	$X_2$	$X_1$	$X_2$	$X_1$	$X_2$
1,2	3,6	1,1	1,8	1,2	2,9	4,1	5,9	4,5	4,2	2,1	1,8
1,5	2,8	1,3	1,9	1,5	3,2	4,3	5,8	4,4	4,6	2,4	1,8
1,6	3,4	1,5	2	1,6	3,5	4,6	5,8	4,2	4,8	2,5	1,9
1,8	3,6	1,7	2,2	1,8	3,7	4,7	5,7	4	5,1	2,7	2
2,1	4,1	1,9	2,6	2,1	3,8	4,8	4,9	3,7	5,2	2,8	2,2
2,2	2,9	2	2,5	2,2	4,1	4,9	5,2	3,5	5,4	3,1	2,6
2,3	3,5	2,3	2,8	2,3	4,2	5,2	5	3,3	5,8	3,6	2,5
2,6	3,8	2,5	2,9	2,6	4,5	5,5	4,8	3,3	5,7	3,8	2,8
2,7	4,1	2,8	2,7	2,7	4,8	5,6	4,8	3,2	6,1	4,1	2,9
2,9	4,2	3,1	3,2	2,9	4,9	5,8	4,7	3,1	6,4	4,2	3
Вариант 19				Вариант 21		Вариант 22		Вариант 23		Вариант 24	
Вариа		Вариа	ант 20	Вариа	ант 21	Вариа		Вариа	ант 23	Вариа	ант 24
<b>Вариа</b> X <sub>1</sub>	инт 19 Х <sub>2</sub>	<b>Вариа</b>	инт <b>20</b> X <sub>2</sub>	<b>Вариа</b>	инт <b>21</b> X <sub>2</sub>	<b>Вариа</b>	инт <b>22</b> X <sub>2</sub>	<b>Вариа</b>	инт <b>23</b>	<b>Вариа</b>	инт 24 Х <sub>2</sub>
		_	1					_	1	_	1
$X_1$	$X_2$	$X_1$	$X_2$	$X_1$	$X_2$	$X_1$	$X_2$	$X_1$	$X_2$	$X_1$	$X_2$
$X_1$ 1,2	<i>X</i> <sub>2</sub> 3,9	1,2	1,8	X <sub>1</sub> 1,2	X <sub>2</sub> 2,9	<i>X</i> <sub>1</sub> 4,1	<i>X</i> <sub>2</sub> 4,4	<i>X</i> <sub>1</sub> 4,1	<i>X</i> <sub>2</sub> 4,4	X <sub>1</sub> 8,1	1,8
$X_1$ 1,2 1,5	X <sub>2</sub> 3,9 3,8	1,2 1,5	1,8 1,9	1,2 1,5	X <sub>2</sub> 2,9 3,2	X <sub>1</sub> 4,1 4,3	<i>X</i> <sub>2</sub> 4,4 4,5	X <sub>1</sub> 4,1 4,4	<i>X</i> <sub>2</sub> 4,4 4,7	X <sub>1</sub> 8,1 8,3	1,8 1,8
1,2 1,5 1,4	X <sub>2</sub> 3,9 3,8 4,4	1,2 1,5 1,6	1,8 1,9 2	1,2 1,5 1,6	X <sub>2</sub> 2,9 3,2 3,5	X <sub>1</sub> 4,1 4,3 4,6	4,4 4,5 4,8	X <sub>1</sub> 4,1 4,4 4,2	4,4 4,7 4,8	X <sub>1</sub> 8,1 8,3 8,5	1,8 1,8 1,9
1,2 1,5 1,4 1,8	X <sub>2</sub> 3,9 3,8 4,4 3,9	1,2 1,5 1,6 1,8	1,8 1,9 2 2,2	1,2 1,5 1,6 1,8	X <sub>2</sub> 2,9 3,2 3,5 3,7	X <sub>1</sub> 4,1 4,3 4,6 4,7	<ul><li>X<sub>2</sub></li><li>4,4</li><li>4,5</li><li>4,8</li><li>4,7</li></ul>	X <sub>1</sub> 4,1 4,4 4,2 4	X <sub>2</sub> 4,4 4,7 4,8 5,1	X <sub>1</sub> 8,1 8,3 8,5 8,6	1,8 1,8 1,9 2
$X_1$ 1,2 1,5 1,4 1,8 2,1	X <sub>2</sub> 3,9 3,8 4,4 3,9 4,4	1,2 1,5 1,6 1,8 2,3	X <sub>2</sub> 1,8 1,9 2 2,2 2,6	X <sub>1</sub> 1,2 1,5 1,6 1,8 2,1	X <sub>2</sub> 2,9 3,2 3,5 3,7 3,9	X <sub>1</sub> 4,1 4,3 4,6 4,7 4,8	X <sub>2</sub> 4,4 4,5 4,8 4,7 4,9	X <sub>1</sub> 4,1 4,4 4,2 4 3,7	X <sub>2</sub> 4,4 4,7 4,8 5,1 5,2	X <sub>1</sub> 8,1 8,3 8,5 8,6 8,8	1,8 1,8 1,9 2 2,2
$X_1$ 1,2 1,5 1,4 1,8 2,1 2,2	X <sub>2</sub> 3,9 3,8 4,4 3,9 4,4 3,9	1,2 1,5 1,6 1,8 2,3 2,5	X <sub>2</sub> 1,8 1,9 2 2,2 2,6 2,5	X <sub>1</sub> 1,2 1,5 1,6 1,8 2,1 2,2	X <sub>2</sub> 2,9 3,2 3,5 3,7 3,9 4,1	X <sub>1</sub> 4,1 4,3 4,6 4,7 4,8 4,9	X2       4,4       4,5       4,8       4,7       4,9       5,1	X <sub>1</sub> 4,1 4,4 4,2 4 3,7 3,9	X <sub>2</sub> 4,4 4,7 4,8 5,1 5,2 5,5	X <sub>1</sub> 8,1 8,3 8,5 8,6 8,8 9,1	1,8 1,8 1,9 2 2,2 2,6
$X_1$ 1,2 1,5 1,4 1,8 2,1 2,2 2,3	3,9 3,8 4,4 3,9 4,4 3,9 3,8	1,2 1,5 1,6 1,8 2,3 2,5 2,6	X <sub>2</sub> 1,8 1,9 2 2,2 2,6 2,5 2,8	X <sub>1</sub> 1,2 1,5 1,6 1,8 2,1 2,2 2,3	X <sub>2</sub> 2,9 3,2 3,5 3,7 3,9 4,1 4,2	X <sub>1</sub> 4,1 4,3 4,6 4,7 4,8 4,9 5,2	X2       4,4       4,5       4,8       4,7       4,9       5,1       5,3	X <sub>1</sub> 4,1 4,4 4,2 4 3,7 3,9 3,3	X <sub>2</sub> 4,4 4,7 4,8 5,1 5,2 5,5 5,8	X <sub>1</sub> 8,1 8,3 8,5 8,6 8,8 9,1	1,8 1,8 1,9 2 2,2 2,6 2,5
$X_1$ 1,2 1,5 1,4 1,8 2,1 2,2 2,3 2,8	X <sub>2</sub> 3,9 3,8 4,4 3,9 4,4 3,9 3,8 4,2	X <sub>1</sub> 1,2 1,5 1,6 1,8 2,3 2,5 2,6 2,7	X <sub>2</sub> 1,8 1,9 2 2,2 2,6 2,5 2,8 2,9	X <sub>1</sub> 1,2 1,5 1,6 1,8 2,1 2,2 2,3 2,6	X <sub>2</sub> 2,9 3,2 3,5 3,7 3,9 4,1 4,2 4,5	X <sub>1</sub> 4,1 4,3 4,6 4,7 4,8 4,9 5,2 5,5	X2       4,4       4,5       4,8       4,7       4,9       5,1       5,3       5,4	X <sub>1</sub> 4,1 4,4 4,2 4 3,7 3,9 3,3 3,6	X <sub>2</sub> 4,4 4,7 4,8 5,1 5,2 5,5 5,8 5,6	X <sub>1</sub> 8,1 8,3 8,5 8,6 8,8 9,1 10 9,5	X <sub>2</sub> 1,8 1,8 1,9 2 2,2 2,6 2,5 2,8
$ \begin{array}{c} X_1 \\ 1,2 \\ 1,5 \\ 1,4 \\ 1,8 \\ 2,1 \\ 2,2 \\ 2,3 \\ 2,8 \\ 2,9 \\ 3,1 \end{array} $	3,9 3,8 4,4 3,9 4,4 3,9 3,8 4,2 4,5	X <sub>1</sub> 1,2 1,5 1,6 1,8 2,3 2,5 2,6 2,7 2,8 3,1	X <sub>2</sub> 1,8 1,9 2 2,2 2,6 2,5 2,8 2,9 2,7	X <sub>1</sub> 1,2 1,5 1,6 1,8 2,1 2,2 2,3 2,6 2,7 2,9	X <sub>2</sub> 2,9 3,2 3,5 3,7 3,9 4,1 4,2 4,5 4,8	X <sub>1</sub> 4,1 4,3 4,6 4,7 4,8 4,9 5,2 5,5 5,6 5,8	X2       4,4       4,5       4,8       4,7       4,9       5,1       5,3       5,4       5,8	3,7 3,9 3,6 3,2 3,4	X <sub>2</sub> 4,4 4,7 4,8 5,1 5,2 5,5 5,8 5,6 6,1	X <sub>1</sub> 8,1 8,3 8,5 8,6 8,8 9,1 10 9,5 10,1 10,2	X <sub>2</sub> 1,8 1,8 1,9 2 2,2 2,6 2,5 2,8 2,9
$ \begin{array}{c} X_1 \\ 1,2 \\ 1,5 \\ 1,4 \\ 1,8 \\ 2,1 \\ 2,2 \\ 2,3 \\ 2,8 \\ 2,9 \\ 3,1 \end{array} $	X <sub>2</sub> 3,9 3,8 4,4 3,9 4,4 3,9 4,2 4,5 4,7	X <sub>1</sub> 1,2 1,5 1,6 1,8 2,3 2,5 2,6 2,7 2,8 3,1	X <sub>2</sub> 1,8 1,9 2 2,2 2,6 2,5 2,8 2,9 2,7 3,2	X <sub>1</sub> 1,2 1,5 1,6 1,8 2,1 2,2 2,3 2,6 2,7 2,9	X <sub>2</sub> 2,9 3,2 3,5 3,7 3,9 4,1 4,2 4,5 4,8 4,9	X <sub>1</sub> 4,1 4,3 4,6 4,7 4,8 4,9 5,2 5,5 5,6 5,8	X <sub>2</sub> 4,4 4,5 4,8 4,7 4,9 5,1 5,3 5,4 5,8 6,7	3,7 3,9 3,6 3,2 3,4	X <sub>2</sub> 4,4 4,7 4,8 5,1 5,2 5,5 5,8 6,1 6,4	X <sub>1</sub> 8,1 8,3 8,5 8,6 8,8 9,1 10 9,5 10,1 10,2	X <sub>2</sub> 1,8 1,9 2 2,2 2,6 2,5 2,8 2,9 3
X <sub>1</sub> 1,2 1,5 1,4 1,8 2,1 2,2 2,3 2,8 2,9 3,1 Вариа	3,9 3,8 4,4 3,9 4,4 3,9 3,8 4,2 4,5 4,7 AHT 25	X <sub>1</sub> 1,2 1,5 1,6 1,8 2,3 2,5 2,6 2,7 2,8 3,1 Вариа	X <sub>2</sub> 1,8 1,9 2 2,2 2,6 2,5 2,8 2,9 2,7 3,2 AHT 26	X <sub>1</sub> 1,2 1,5 1,6 1,8 2,1 2,2 2,3 2,6 2,7 2,9 Вариа	X <sub>2</sub> 2,9 3,2 3,5 3,7 3,9 4,1 4,2 4,5 4,8 4,9 AHT 27	X <sub>1</sub> 4,1 4,3 4,6 4,7 4,8 4,9 5,2 5,5 5,6 5,8 Вариа	X <sub>2</sub> 4,4 4,5 4,8 4,7 4,9 5,1 5,3 5,4 5,8 6,7	X <sub>1</sub> 4,1 4,4 4,2 4 3,7 3,9 3,3 3,6 3,2 3,4 Вариа	X <sub>2</sub> 4,4 4,7 4,8 5,1 5,2 5,5 5,8 6,1 6,4 AHT 29	X <sub>1</sub> 8,1 8,3 8,5 8,6 8,8 9,1 10 9,5 10,1 10,2 Вариа	X <sub>2</sub> 1,8 1,8 1,9 2 2,2 2,6 2,5 2,8 2,9 3 <b>AHT 30</b>
X <sub>1</sub> 1,2 1,5 1,4 1,8 2,1 2,2 2,3 2,8 2,9 3,1 Вариа	3,9 3,8 4,4 3,9 4,4 3,9 3,8 4,2 4,5 4,7  THT 25  X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub> 1,2 1,5 1,6 1,8 2,3 2,5 2,6 2,7 2,8 3,1 Вариа	X <sub>2</sub>   1,8   1,9   2   2,2   2,6   2,5   2,8   2,9   2,7   3,2   <b>THT 26</b>   X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub> 1,2 1,5 1,6 1,8 2,1 2,2 2,3 2,6 2,7 2,9 Вариа	X <sub>2</sub> 2,9 3,2 3,5 3,7 3,9 4,1 4,2 4,5 4,8 4,9 AHT 27 X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub> 4,1 4,3 4,6 4,7 4,8 4,9 5,2 5,5 5,6 5,8 Вариа	X <sub>2</sub> 4,4 4,5 4,8 4,7 4,9 5,1 5,3 5,4 5,8 6,7 <b>AHT 28</b> X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub> 4,1 4,4 4,2 4 3,7 3,9 3,3 3,6 3,2 3,4 Вариа	X <sub>2</sub> 4,4 4,7 4,8 5,1 5,2 5,5 5,8 6,1 6,4 AHT 29 X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub> 8,1 8,3 8,5 8,6 8,8 9,1 10 9,5 10,1 10,2 Вариа	1,8 1,9 2 2,2 2,6 2,5 2,8 2,9 3 AHT 30 $X_2$
X <sub>1</sub> 1,2 1,5 1,4 1,8 2,1 2,2 2,3 2,8 2,9 3,1 Вария X <sub>1</sub> 2,1	3,9 3,8 4,4 3,9 4,4 3,9 3,8 4,2 4,5 4,7 THT 25  X <sub>2</sub> 4,2	X <sub>1</sub> 1,2 1,5 1,6 1,8 2,3 2,5 2,6 2,7 2,8 3,1 Вариа X <sub>1</sub> 2,4	$\begin{array}{c} X_2 \\ 1,8 \\ 1,9 \\ 2 \\ 2,2 \\ 2,6 \\ 2,5 \\ 2,8 \\ 2,9 \\ 2,7 \\ 3,2 \\ \mathbf{AHT 26} \\ X_2 \\ 4 \\ \end{array}$	X <sub>1</sub> 1,2 1,5 1,6 1,8 2,1 2,2 2,3 2,6 2,7 2,9 Вариа X <sub>1</sub> 3	X <sub>2</sub> 2,9 3,2 3,5 3,7 3,9 4,1 4,2 4,5 4,8 4,9 THT 27 X <sub>2</sub> 4	X <sub>1</sub> 4,1 4,3 4,6 4,7 4,8 4,9 5,2 5,5 5,6 5,8 Вариа X <sub>1</sub> 4,2	X <sub>2</sub> 4,4 4,5 4,8 4,7 4,9 5,1 5,3 5,4 5,8 6,7 AHT 28 X <sub>2</sub> 8,1	X <sub>1</sub> 4,1 4,4 4,2 4 3,7 3,9 3,3 3,6 3,2 3,4 Вариа X <sub>1</sub> 2,2	X2       4,4       4,7       4,8       5,1       5,2       5,5       5,8       5,6       6,1       6,4       AHT 29       X2       5,3	X <sub>1</sub> 8,1 8,3 8,5 8,6 8,8 9,1 10 9,5 10,1 10,2 Вариа X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>   1,8   1,9   2   2,2   2,6   2,5   2,8   2,9   3

Моделирование систем, ОНАС им. О.С. Попова, 2019 г.

4,2	8,1	4,2	7,3	3,7	4,5	2,1	2,3	2,1	2,3	2,1	3,9
4,4	8,4	4,6	7,5	5,6	6,6	2,2	4,6	2,2	4,6	2,2	4,1
5,2	9,1	4,7	7,6	5,7	7,4	2,3	4,5	2,4	6,5	2,4	4,5
5,5	10,3	4,8	8,2	5,9	7,2	2,6	8,2	2,6	8,2	2,8	4,6
5,7	10,2	6,1	8,6	6	7,6	2,7	5,2	5,4	8,1	2,8	5,2
6,9	12,1	6,6	10,3	6,2	7,3	2,9	5,3	5,9	8,4	2,9	5,5

## Рекомендуемая литература

- 1. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях / В.А. Вознесенский. М.: Статистика, 1974. 192 с.
- 2. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. Уч. пособие для втузов. М.: Высш. школа, 2002. 479 с.
- 3. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. Уч. пособие для втузов. М.: Высш. Школа, 2002. –ы 400 с.
- 4. Ивченко Г.И. Математическая статистика: учеб. пособие для втузов / Г.И. Ивченко, Ю.И. Медведев. М.: Высш. шк., 1984. 248 с.
- 5. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни "Моделювання систем" для студентів напрямку підготовки 0804 "Комп'ютерні науки" всіх форм навчання / укл. В. М. Задачин, І. Г. Конюшенко. Харків : Вид. ХНЕУ, 2007. 96 с.
- 6. Тарасова П.В. Введение в математическое моделирование: учеб. пособие для вузов / под ред. П.В. Тарасова. М.: Интермет Инжиниринг, 2000. 200 с.